



Biomicroscopio ocular con lámpara de hendidura: sistema de iluminación

A. Núria Tomás, Montserrat Arjona, Josep Arasa
Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas (CD6)
Universitat Politècnica de Catalunya

El biomicroscopio ocular con lámpara de hendidura es un instrumento muy utilizado en optometría para observar el segmento anterior del ojo y sus anexos. Resulta especialmente útil en contactología para prescribir y adaptar lentes de contacto y en los controles posteriores. El biomicroscopio ocular está compuesto por un sistema de observación y un sistema de iluminación unidos por un eje común de rotación que permite observar la zona iluminada. En un artículo precedente¹ se analizó el sistema de observación. En este artículo nos centramos exclusivamente en el sistema de iluminación, presentamos la descripción del mismo; su función y principio óptico, establecemos la relación con los métodos de iluminación más relevantes en biomicroscopía y, por último, analizamos los datos técnicos que proporcionan los fabricantes.

Importancia del sistema de iluminación

La principal función del sistema de iluminación del biomicroscopio, es iluminar el segmento anterior del ojo y sus anexos con la particularidad que debe haber un perfecto acoplamiento entre el sistema de observación y el sistema de iluminación.

Al biomicroscopio ocular muchas veces se le llama simplemente lámpara de hendidura debido a que su sistema de iluminación está diseñado para producir un estrecho haz de luz a partir de una rendija o hendidura. Dependiendo de la anchura del haz, a la imagen de la hendidura se la llama paralelepípedo o sección óptica. Esta segunda acepción se debe a que proporciona

"cortes ópticos" que posibilitan ver simultáneamente las distintas capas de la córnea como si de un corte epitelial se tratara. Asimismo, se puede cambiar la anchura e inclinación del haz de luz respecto al eje de observación, permitiendo distintas técnicas de iluminación que ocasionan una gran variedad de tipos de técnica de observación.

El sistema de iluminación tiene que ser versátil, ya que iluminará tanto elementos opacos como transparentes. Si solamente iluminásemos la esclera y los párpados, esto es, si el objeto a observar fuera opaco, el sistema podría ser mucho más simple. En cambio, para observar un medio transparente hay que utilizar sistemas de iluminación más sofisticados: iluminar correctamente un medio transparente como la córnea es un reto de diseño para las prestaciones del instrumento. Además, el sistema debe ser útil tanto para observar la cara externa de la córnea como para observar las capas más internas de la misma, así como el humor acuoso, el cristalino y otras estructuras oculares.

El sistema de iluminación también debe ser un sistema manejable que permita cambiar el tipo de iluminación y variar la zona iluminada de manera fácil y sin molestar al paciente. El

Correspondencia

Núria Tomás
Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas (CD6)
Universitat Politècnica de Catalunya
Rambla St. Nebridi 11
08222, Terrassa
tomas@oo.upc.edu



instrumento tiene que ser poco invasivo y debe proporcionar una distancia de trabajo cómoda, que no comporte una proximidad molesta con el paciente a la vez que permita una exploración con elementos auxiliares.

Descripción del sistema de iluminación

El sistema de iluminación está formado por un sistema de proyección de una rendija, que lleva incorporado un sistema de iluminación Köhler². Con esta configuración se consigue una iluminación regular y uniforme en la zona del ojo del paciente donde se proyecta la rendija.

La disposición básica de un sistema de proyección con sistema de iluminación Köhler se muestra en la figura 1. Está compuesto por una lámpara de filamento, una lente condensadora, la rendija a proyectar y un objetivo de proyección. La imagen del filamento se forma sobre el objetivo de proyección, mientras que la imagen de la rendija, situada muy próxima al condensador, se forma sobre el ojo del paciente.

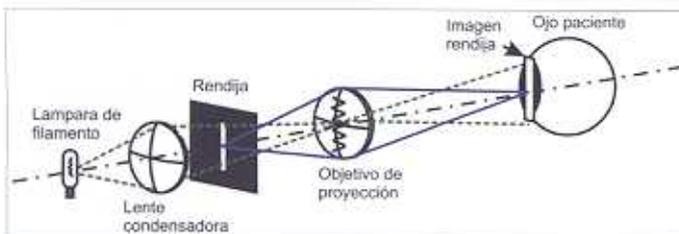


Fig. 1. Esquema básico del sistema de iluminación de un biomicroscopio ocular con lámpara de hendidura.

Aunque el sistema de iluminación del biomicroscopio es ópticamente idéntico a un proyector de optotipos³ cabe destacar que, en el caso que nos ocupa, la óptica del objetivo de proyección debe tener una distancia focal mucho más corta y un diámetro bastante pequeño. Esto tiene dos ventajas, por un lado minimiza las aberraciones, por consiguiente mejora la calidad de la imagen de la rendija, y por otro lado aumenta la profundidad de enfoque de la imagen de la rendija y, consecuentemente, produce una mejor sección óptica en el ojo. El objetivo de proyección suele trabajar con aumento lateral próximo a la unidad.

Respecto a la óptica de la lente condensadora no resulta tan crítica como en el caso precedente, si bien debe minimizarse la aberración cromática pues de lo contrario aparecerían franjas coloreadas en la imagen de la rendija. La

reducción de esta aberración normalmente se consigue utilizando un condensador compuesto por dos o más lentes.

Con el fin de disponer de un sistema más manejable que posibilite variar fácilmente el ángulo entre el sistema de iluminación y el sistema de observación, se coloca un espejo o prisma que desvía el haz de luz, permitiendo situar el sistema de iluminación en una columna vertical (figs. 2 y 3).

A partir de este diseño óptico tan simple, surgen una serie de elementos distintivos que

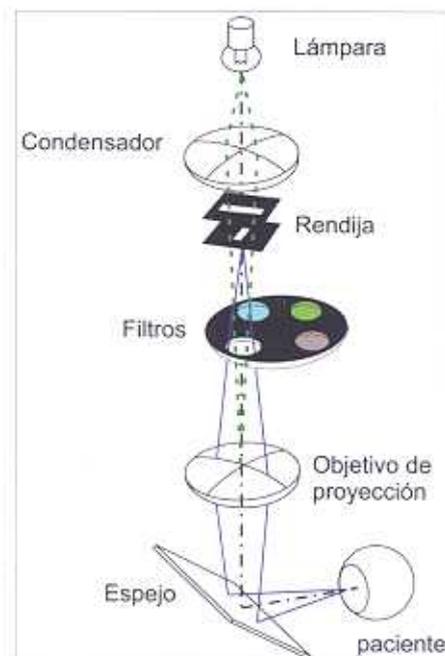
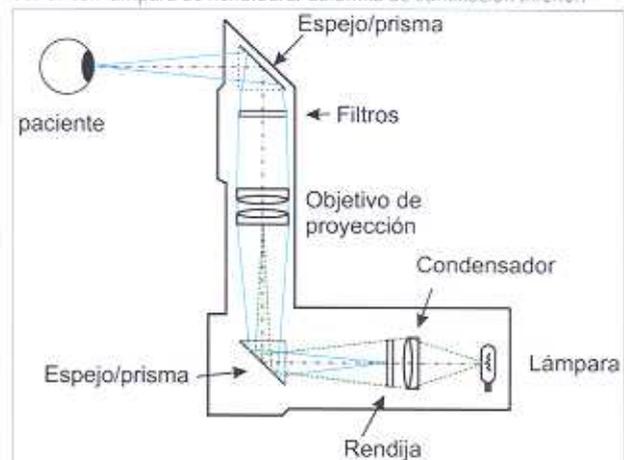


Fig. 2. Esquema real del sistema de iluminación de un biomicroscopio ocular con lámpara de hendidura. Columna de iluminación superior.

Fig. 3. Esquema real del sistema de iluminación de un biomicroscopio ocular con lámpara de hendidura. Columna de iluminación inferior.





particularizan el sistema de iluminación del biomicroscopio ocular: el tipo de rendija y los filtros. La rendija es una de las peculiaridades del sistema de iluminación. Aunque habitualmente se nombre en singular, generalmente son dos aperturas rectangulares superpuestas y cruzadas que pueden cambiar de tamaño y orientación según el tipo de iluminación deseada y las necesidades de la exploración. Una rendija sirve para controlar la anchura y suele ser continua. En cambio, la otra rendija sirve para gobernar la altura y acostumbra ajustarse mediante pasos discretos a partir de una serie de aperturas fijas, no obstante en algunos modelos también es continua.

El sistema de iluminación también lleva incorporado una serie de filtros que se utilizan según la aplicación. Los filtros más habituales se detallan en la tabla I. A veces suele figurar el filtro Wratten amarillo, cuya finalidad es aumentar el contraste cuando se usa fluoresceína y disminuir los reflejos azules que provoca la córnea, pero en realidad forma parte del sistema de observación.

Tabla I. Relación de filtros empleados en el sistema de iluminación del biomicroscopio ocular

Tipo de filtro	Función
Verde	Aumenta el contraste cuando existe vascularización
Neutro	Disminuye el brillo; aumentando el confort del paciente
Polarizado	Evita reflejos especulares
Azul cobalto	Permite observar la fluoresceína y ver la acumulación de lágrima
Filtro difusor	Desenfoca la imagen de la rendija y difunde la luz en una zona extensa para una inspección ocular general
Absorción	Absorción de la radiación IR y/o UV

Por último, analizaremos la fuente de luz empleada. A pesar de que una de las lámparas más utilizadas hasta la fecha es la de tungsteno, ahora se usan cada vez más lámparas halógenas o de xenón que, aunque más caras, generan menos calor y poseen mejores prestaciones, como un mejor rendimiento colorimétrico. Por razones de seguridad siempre trabajan con bajo voltaje y poseen un regulador para proporcionar intensidades comprendidas entre 150.000 y 600.000 lux. Además suelen llevar un espejo esférico o parabólico detrás de la lámpara para aprovechar al máximo la luz de la lámpara.

Métodos de iluminación

El factor que realmente potencia al biomicroscopio es la posibilidad de cambiar la inclinación del eje del sistema de iluminación respecto al sistema de observación (fig. 4). Si a esta posibilidad se le añaden los distintos tamaños de rendija antes mencionados, se obtiene una gran variedad de métodos de iluminación. A continuación describiremos brevemente los métodos y técnicas más relevantes que se utilizan en la práctica diaria de la optometría y contactología y su relación con la abertura de la rendija utilizada.

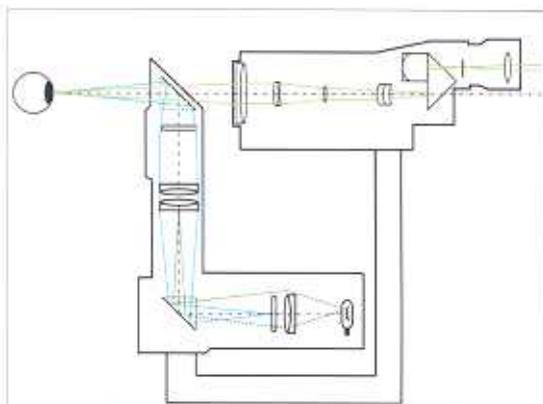


Fig. 4. Esquema completo del biomicroscopio ocular con los sistemas de iluminación y de observación.

Principalmente hay tres métodos de iluminación⁴: la iluminación difusa, la iluminación directa y la iluminación indirecta. Se diferencian entre ellas por la coincidencia o no entre la zona de iluminación y la zona observada. Cada uno de estos métodos, en función del tamaño de rendija o de la inclinación de los ejes del sistema de observación respecto al eje del sistema de iluminación, da lugar a distintas técnicas específicas de observación.

Iluminación difusa

Se obtiene con una apertura grande del sistema de iluminación y/o un filtro difusor que distribuye uniformemente el haz de luz en una zona extensa, permitiendo observar las partes no transparentes del ojo. Al iluminar una parte extensa del ojo, el sistema de observación puede ver zonas distintas del ojo. Generalmente se utiliza con pocos aumentos para observar el aspecto general del segmento anterior del ojo.



Iluminación focal directa

Se refiere a cualquier tipo de iluminación en el que el sistema de iluminación y el de observación están enfocados en el mismo punto. A su vez se divide en varias técnicas, en función del tamaño de la rendija, las cuales facilitan la observación de distintas estructuras oculares. Para anchuras de rendija extremadamente pequeña ($< 0,25$ mm) se denomina "sección óptica" mientras que para una anchura de la hendidura mayor se llama "paralelepípedo". Los valores de dicha anchura varían en función de la exploración que se efectúe. En el caso de reducir la altura de la rendija a unos 2 mm recibe el nombre de "haz cónico".

Iluminación indirecta

Se refiere a cualquier tipo de iluminación en el que el punto donde focaliza el sistema de iluminación no coincide con el punto de enfoque del sistema de observación. Hay diversas técnicas de observación indirecta basadas en el paralelepípedo.

Aunque habitualmente se habla de cada técnica por separado, en la práctica clínica normalmente se emplean varias técnicas en una misma exploración con el fin de obtener una mejor visión de las estructuras examinadas.

Información comercial de catálogos

Generalmente los catálogos de biomicroscopios oculares incluyen varias especificaciones del instrumento, entre las cuales siempre se hallan las del sistema de observación y las del sistema de iluminación. En el artículo previo dedicado al sistema de observación¹ se comenta extensamente la gran diversidad de información en cuanto a los sistemas de observación se refiere. Sin embargo, la información proporcionada referente al sistema de iluminación suele ser bastante uniforme. En la tabla II se muestran, a modo de ejemplo, los datos extraídos de tres catálogos comerciales donde se aprecian las distintas dimensiones y tipos de rendijas, filtros, lámparas, etc. Nótese la variabilidad en los valores de las dimensiones de las rendijas y de los filtros empleados.

Conclusiones

El sistema de iluminación de un biomicroscopio con lámpara de hendidura, juega un papel muy importante en la observación del segmento anterior del ojo. Combinando diversos elementos del sistema de iluminación, como el tamaño de la rendija y la inclinación del eje de iluminación con respecto al eje de observación, se obtienen diferentes métodos de iluminación que permiten técnicas de observación distintas.

Tabla II. Ejemplos de datos proporcionados en los catálogos

Tipo de rendija		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Proyección rendija		1,23x	—	1x
Dimensión rendija	Ancho	0-14 mm continua	0-8 mm continua	0-10 mm continua
	Alto	14, 10, 8, 5, 3, 2, 1 mm	1-8 mm continua	0,2, 1, 3, 6, 10 mm
Diámetro del campo de iluminación		14, 10, 8, 5, 3, 2, 1 mm	8, 5, 3; 2, 1, 0,2 mm	0,2, 1, 3, 6, 10 mm
Giro rendija		0-90° ± 90°	0-180°	—
Rotación	Horiz.	± 90°	± 90°	—
	Vert.	20°	0-20°	20°
Filtros		Azul, Verde,	Azul Verde Gris (10 %), Absorción IR	Azul cobalto Absorción de calor 50% neutro
Tipo de lámpara		Halógena 6V/20W	Tungsteno 6 V / 4,5 A	Halógena 12 V / 50W
Intensidad luminosa		—	150 000 Lux en la posición 1/2	—
			300 000 Lux en la posición 1	—
			600 000 Lux en la posición 2	—
Temperatura de trabajo		—	0° a 50° C	—



El sistema de iluminación basado en un sistema de proyección de una rendija, de anchura y altura variables, lleva incorporado un sistema de iluminación Köhler. Con esta configuración se consigue una iluminación regular y uniforme de la zona del ojo del paciente donde se proyecta la rendija. Además, lleva integrados una serie de filtros y una fuente de iluminación de intensidad variable. Todos estos elementos confieren al sistema de iluminación unas prestaciones únicas.

Bibliografía

1. Arjona M, Tomás N, Arasa J. Biomicroscopio ocular con lámpara de hendidura; sistema de observación, Ver y Oír 2004;23: 414-420.
2. Arjona M, Tomás N, Arasa J. Proyector de optotipos, Ver y Oír 2004;21:424-428.
3. Henson DB. Optometric Instrumentation, 2nd edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, 1996.
4. Bennett ES, Weissman BA. Clinical Contact Lens Practice, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Bases de Datos Campañas Promocionales

EMPRESAS PROVEEDORAS
INSTITUCIONES
ESTABLECIMIENTOS
DIRIGENTES HOSPITALARIOS

**200.000
DIRECCIONES**

*Haga su selección y solicítelo en CD-ROM
o etiquetas, también realizamos
el mailing y el envío*



PUBLICACIONES NACIONALES TÉCNICAS Y EXTRANJERAS, S.A.
puntex@puntex.es www.puntex.es

Oficina Central:
Padilla, 323 - Tel. 934 462 820
Fax 934 462 064
08025 Barcelona

Delegación:
López de Hoyos, 168, 1º D. ext.
Tel. 915 103 460
Fax 915 102 256 - 29002 Madrid

18.843	Farmacias
3.631	Herboristerías
8.549	Ópticas
4.738	Ortopedias
10.883	Odontólogos
4.992	Residencias Geriátricas